

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 943**

51 Int. Cl.:

E02B 3/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2012 E 12700958 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2663693**

54 Título: **Método y dispositivo para colocar y tensar una cubierta impermeable para obras hidráulicas en material suelto**

30 Prioridad:

14.01.2011 IT MI20110028

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.02.2016

73 Titular/es:

**CARPI TECH B.V. (100.0%)
Spoorhaven 88
2651 AV Berkel en Rodenrijs, NL**

72 Inventor/es:

SCUERO, ALBERTO

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 558 943 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para colocar y tensar una cubierta impermeable para obras hidráulicas en material suelto

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 **[0001]** Esta invención se refiere a un método y un dispositivo, o sistema, para extender y tensar una cubierta impermeable que comprende material en lámina que consta de una pluralidad de tiras de una geomembrana dispuestas una junto a otra, denominadas también "geobandas", para la protección de estructuras hidráulicas que consisten en material natural suelto como, por ejemplo, arcilla, tierra, grava, material rocoso y/o sus combinaciones, en particular presas, canales, y/o depósitos de agua naturales y/o artificiales, o estructuras hidráulicas similares, por los que se consigue un bloqueo y un estirado controlado simultáneo de la cubierta impermeable durante sus operaciones de instalación y extensión.

15 **[0002]** A los efectos de esta descripción, "geomembrana" significa una cubierta impermeable que consiste en una pluralidad de geobandas y/o material en láminas conectadas entre sí de forma estanca a lo largo de sus bordes longitudinales, en que cada lámina o geobanda incluye por lo menos una o más capas de material geosintético como se define abajo, adecuado para ser utilizado en contacto con el suelo; por ejemplo, las hojas de geobandas podrían consistir en una sola capa de una resina polimérica natural o sintética, o un material bituminoso como se define abajo, o por capas múltiples de cualquier material geotécnico, como un geocompuesto formado por ejemplo por una estructura montada compuesta por una capa impermeable, como se definió anteriormente, acoplada a una capa de un geotextil adecuado para el uso previsto

25 ESTADO DE LA TÉCNICA

30 **[0003]** Como es conocido, las superficies inferiores y/o laterales de estructuras hidráulicas, en particular obras hidráulicas que consisten en material suelto, tales como presas, canales y/o depósitos de agua que entren en contacto con agua, deben ser convenientemente protegidas e impermeabilizadas por una cubierta impermeable que consiste en una pluralidad de láminas dispuestas en paralelo, que tienen bordes solapados y sellados, para evitar la pérdida de agua a través del material suelto del cuerpo de la estructura hidráulica, impedir cualquier filtración de agua y la posibilidad de hundimiento y/o erosión del mismo cuerpo en material suelto de la estructura hidráulica, y/o de la superficie en contacto con el agua.

35 **[0004]** A lo largo del tiempo se han desarrollado varios métodos y sistemas para recubrir y proteger por una geomembrana, obras hidráulicas o estructura en material de hormigón, en particular obras hidráulicas que consisten en material suelto, según los cuales se utilizaban perfiles metálicos especiales para bloquear y tensar varias geobandas, que tenían que ser anclados previamente a las superficies de las obras hidráulicas.

40 **[0005]** Para fijar una cubierta a obras hidráulicas que consisten en material suelto, también se ha sugerido el uso de bandas cortas de sujeción en PVC u otro material polimérico adecuado para un uso geotécnico, en concreto adecuado para entrar en contacto con un suelo, embebiendo parcialmente dichas bandas en el mismo suelo, y luego soldando térmicamente una cubierta impermeable de geobandas a la parte saliente de dichas bandas de sujeción.

45 **[0006]** El uso de una geomembrana ha demostrado ser extremadamente beneficioso, especialmente para sistemas de recubrimiento en los que se hace uso de geomembranas expuestas al agua y al aire (que cubre), tanto debido a la calidad como a la eficiencia de la impermeabilización, así como por su comparativamente bajo coste y durabilidad en el tiempo..

50 **[0007]** Un adecuado sistema de canalización obtenido por los mismos perfiles de anclaje para la geomembrana, también permitían (para) un drenaje y evacuación de agua que se había filtrado en el material suelto del cuerpo de la estructura u obra hidráulica, y cualquier fuga de agua causada por roturas y / o perforación de la geomembrana de protección; esto impedía que la membrana fuera objeto de abultamiento y / o altas tensiones que podrían haber comprometido su integridad estructural.

55 **[0008]** Sistemas de anclaje para cubiertas de geomembrana se describen por ejemplo en EP-A-0 459 015, EP-A-0 722 016 y EP-A-1 137 850.

60 **[0009]** En el caso de las geomembranas expuestas al medio ambiente, además de las tensiones causadas por el agua filtrándose en el suelo, es necesario también tener en cuenta la posibilidad de movimientos ondulatorios en el agua, o la fuerte acción del viento, causados por ciclones por ejemplo, que tienden a succionar la geomembrana cuando no está cubierta por el agua, sacándola de sus puntos de anclaje.

65 **[0010]** Por último US-A-5082397 se considera la técnica anterior más próxima y da a conocer las características del preámbulo de las reivindicaciones 7 y 9. En este documento se describe un método y una obra hidráulica con cubierta impermeable que comprende una pluralidad de láminas de plástico dispuestas en paralelo para la protección de obras hidráulicas, en los que las operaciones de excavar una zanja mediante la eliminación de la

tierra, desenrollar y colocar una lámina de plástico desplegada, e inmediatamente balastar la lámina de plástico depositada en la zanja simplemente cubriendo la propia lámina de plástico con la tierra previamente removida del suelo, se hacen conjuntamente durante la excavación, y se realizan repetidamente durante pasadas sucesivas hasta completar toda una región a proteger. Por lo tanto, al colocar la lámina de plástico, no se proporciona tensado, y se hace posible la formación de pliegues y / o bolsas lo que lleva al fallo del material laminar y a la infiltración de agua.

OBJETOS DE LA INVENCION

[0011] Sistemas de recubrimiento de este tipo, por tanto, han demostrado ser extremadamente complejos y costosos, y no siempre adecuados para una aplicación correcta en obras hidráulicas

[0012] Por lo tanto existe una necesidad de encontrar una solución alternativa que sea fácil de instalar, comparativamente menos cara, y que al mismo tiempo permita un anclaje firme y un tensado controlado de las geobandas durante el despliegue y la instalación, proporcionando al mismo tiempo un adecuado drenaje del agua.

[0013] Un tensado correcto de las geobandas durante la construcción y colocación de la cubierta impermeable es importante porque evita la formación de pliegues y / o bolsas, que, si se perforan accidentalmente, constituirían grandes corredores preferenciales a través de los cuales el agua se filtraría, generando de esta manera todos los problemas que deben ser evitados por el uso de la cubierta impermeable; el uso de unas geobandas tensadas correctamente durante la construcción de la cubierta, por tanto, puede evitar la pérdida de agua a través del cuerpo de una obra hidráulica en material suelto, así como cualquier filtración de agua y el posible hundimiento y / o la erosión del mismo cuerpo, y / o de la superficie de la obra hidráulica en contacto con agua.

[0014] Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un método y una obra hidráulica con una cubierta impermeable en los que la cubierta impermeable comprende una pluralidad de geobandas dispuestas paralelas en un material sintético deformable elásticamente, y en el que la excavación de las zanjas, la colocación de las geobandas y el lastrado se pueden realizar por etapas separadas, lo que permite un tensado adecuado de las geobandas para evitar formaciones de pliegues y / o bolsas y la infiltración de agua en el suelo.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

[0015] Lo anterior se puede obtener mediante un método para colocar y tensar una cubierta impermeable para obras hidráulicas que consisten en material suelto, según la reivindicación 1, así como por medio de una obra hidráulica con una cubierta impermeable según la reivindicación 9.

[0016] Si la superficie de la obra hidráulica comprende un suelo de arcilla o un material inerte con tamaño de partícula fino, por ejemplo menos de 0,4 a 0,6 mm, las zanjas individuales se pueden formar directamente con una superficie regular terminada para entrar en contacto con las geobandas, que consta del mismo material inerte del suelo; de lo contrario si la superficie del suelo, donde las zanjas se excavan o cavan incluye material rocoso, grava y / o agregados de mayores dimensiones, es posible proporcionar las zanjas con una primera capa inferior que consiste en material inerte de la granulometría y la consistencia adecuada, por ejemplo grava y recubriendo la capa inferior con una segunda capa de material de filtrado de grano fino tal como arena, arcilla y / o lodo que será luego moldeada, para proporcionar zanjas con una cavidad longitudinal con una superficie regularmente terminada adecuada para entrar en contacto con las geobandas.

[0017] El relleno de las zanjas con material de grano fino y la formación de la superficie de contacto, se requiere en suelos que tienen una granulometría superior que la arena que, durante la excavación o cava no permitiría configurar una forma suave y regular de las zanjas. Cualquier configuración incorrecta de las zanjas se traducirá en un erróneo posicionamiento y tensado de las geobandas, que colgarían en los bordes de las zanjas a lo largo de líneas irregulares, dando lugar así a una cubierta con bordes ondulados, lo que haría difícil, si no imposible, soldar los bordes solapados de las geobandas, causando pliegues y / o bolsas que reduciría el efecto tensor. El relleno de las zanjas con un material suelto de lastrado también permite una función de drenaje y filtración secundaria. La presencia de capas de drenaje y material filtrante puede ser limitada a las zanjas únicamente, o extenderse sobre toda la superficie de la obra hidráulica a cubrir por las geobandas.

[0018] La presencia de una capa de filtración y drenaje permite así que cualquier fuga de agua a través de las geobandas de recubrimiento sea recogida, y aliviar cualquier presión negativa que actúe sobre la cubierta, surgiendo por la presencia de agua, tal como agua subterránea, en la parte posterior.

[0019] Las geobandas pueden colocarse transversalmente sobre las zanjas y luego conectarse de forma estanca entre sí a lo largo de sus bordes superpuestos, o pueden ser pre-soldadas y depositadas longitudinalmente en las zanjas, siempre que la anchura total de las geobandas u hojas pre-soldadas de geobandas sea mayor que la anchura entre los bordes extremos de tres o más zanjas adyacentes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0020] Esta y otras características del método y el dispositivo adecuado para depositar y tensionar una cubierta impermeable que comprende una pluralidad de geobandas, para obras hidráulicas que consisten en material suelto, de acuerdo con esta invención, podrían ser mejor entendidas por la siguiente descripción y los dibujos adjuntos, en los cuales:

- Fig. 1 es una vista en perspectiva de un depósito de agua que comprende una cubierta impermeable que consiste en geobandas depositadas y tensadas de acuerdo con la invención;
- Fig. 2 es una vista ampliada de una parte de la superficie inferior del depósito de agua de la figura 1, para mostrar la excavación de las zanjas de anclaje;
- Fig. 3 es una vista en sección según la línea 3-3 de la figura 2;
- Fig. 4 es una vista ampliada en sección de una zanja, según la línea 4-4 de la figura 2;
- Fig. 5 es una vista en sección similar a la de la Figura 4, para mostrar la formación de una capa de drenaje;
- Fig. 6 es una vista en sección similar a la de las figuras anteriores, para mostrar la formación de una capa filtrante o de transición, posteriormente a una capa de drenaje;
- Fig. 7 es una vista similar a la de la Figura 2, para mostrar la colocación de una serie de geobandas, transversalmente extendidas en las zanjas;
- Fig. 8 es una vista en sección según la línea 8-8 de la figura 7;
- Fig. 9 es una vista similar a la de la figura 7, para mostrar una primera penetración de las geobandas en un primer conjunto de zanjas alternas;
- Fig. 10 es una vista en sección según la línea 10-10 de la Figura 9;
- Fig. 11 es una vista en sección ampliada de una zanja según la línea 11-11 de la Figura 9;
- Fig. 12 es una vista en sección ampliada de una zanja, según la línea 12-12 de la Figura 9;
- Fig. 13 es una vista similar a la de la Figura 9, para mostrar una penetración posterior y tensado final de las geobandas en un segundo conjunto de zanjas alternas dispuestas entre el primer conjunto de zanjas;
- Fig. 14 es una vista en sección según la línea 14-14 de la Figura 13;
- Fig. 15 es una vista esquemática, que resume los principales pasos del método según la invención..

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0021] La Figura 1 muestra, por ejemplo, una obra hidráulica genérica que consiste de material suelto, que comprende un depósito de agua 10 incluyendo un terraplén 11 que tiene una superficie interior inclinada 12, y una superficie inferior 13 para retener una cierta cantidad de agua.

[0022] Para evitar la pérdida de agua por infiltración en el suelo, tanto la superficie interior 12 como la superficie inferior 13 del depósito de agua por lo general están protegidos por una cubierta impermeable que consiste en una geomembrana que comprende una pluralidad de geobandas de un material de elastómero que cede elásticamente, que debe ser soldado correctamente a lo largo de sus bordes solapados, y tensado y anclado al suelo.

[0023] Cualquier material puede ser utilizado para las geobandas de la cubierta impermeable, siempre que sea adecuado para el fin previsto; en particular, puede ser elegido entre los materiales sintéticos enumerados en la tabla siguiente, tomados individualmente o en combinación.

TIPO	MATERIAL BASE	ABREVIATURA
TERMOPLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> - Polietileno alta densidad - Polietileno baja y/o alta densidad - Polietileno - Polietileno clorado - Copolímero etileno vinil acetato - Polipropileno - Cloruro de polivinilo 	<ul style="list-style-type: none"> HDPE LLDPE PE CPE EVA/C PP PVC
CAUCHOS TERMOPLÁSTICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Polietileno cloro-sulfonato - Copolímero etileno-propileno 	<ul style="list-style-type: none"> CSPE E/P
TERMOESTABLE	<ul style="list-style-type: none"> - Poliisobutileno - Caucho cloropreno - Monómero dieno etileno-propileno - Caucho de butilo - Caucho nitrilo 	<ul style="list-style-type: none"> PIB CR EPDM IIR NBR
BITUMINOSO	<ul style="list-style-type: none"> - Betún oxidado - Betún polimérico 	<ul style="list-style-type: none"> GM prefabricado

[0024] La lista anterior no es exhaustiva y comprende también materiales que son técnica y comercialmente atribuibles a la familia de elastómeros y betunes.

- 5 [0025] Las geobandas pueden variar en espesor entre 0,2 y 40 mm, con un módulo elástico entre 10 y 5000 MPa, posiblemente junto con un geotextil. De acuerdo con esta invención, para instalar y anclar las geobandas a las superficies 12 y 13 del depósito de agua 10, como se muestra en las Figuras 1 a 4, una pluralidad de zanjas 14 se excavan inicialmente en el suelo, paralelas entre sí y todas orientadas en una dirección dada; las zanjas 14 deben ser suficientemente grandes como para acomodar, si es necesario, una cantidad preestablecida de material de drenaje y / o material de filtración, como se explica a continuación. Las zanjas 14 pueden ser de cualquier forma adecuada, por ejemplo, pueden tener una sección transversal rectangular, trapezoidal o semicircular. Como se muestra en el detalle en la figura 4, las trincheras 14 pueden ser de cualquier anchura L en los bordes superiores, y una profundidad S dependiendo de la naturaleza del suelo y la cantidad de material de drenaje y / o de filtrado en las zanjas, mientras que el paso P entre zanjas adyacentes 14 debe ser mucho mayor que la anchura L, por ejemplo, entre cuatro y diez veces L, o superior, de manera que entre zanjas adyacentes 14 habrá una longitud de geobandas suficiente para permitir un alargamiento requerido por la deformación elástica, necesaria para tensar por un material de lastre adecuado.
- 10 [0026] A modo únicamente de ejemplo, cabe señalar que durante algunas pruebas experimentales, se excavaron zanjas que tienen una anchura máxima L entre 600 y 1000 mm, y una profundidad D entre 400 y 700 mm, manteniendo un paso P entre 4 y 10 m.
- 15 [0027] Como se informó anteriormente, en los casos en los que el suelo se compone de material inerte de partículas de tamaño fino, igual o menor que 0,5 a 0,6 mm, tal como arena o arcilla, una vez que las zanjas 14 se han excavado, el suelo debe ser adecuadamente compactado, dando forma a las zanjas individuales con una cavidad longitudinal que tiene una superficie de contacto acabada regular, adecuada para entrar en contacto con las geobandas 14.
- 20 [0028] Opcionalmente, si las características del suelo en el que las zanjas 14 se excavan son tales que incluyen agregados más grandes, una vez que las trincheras 14 han sido excavadas, después de tener debidamente compactado el suelo, las zanjas individuales 14 se llenan parcialmente con una primera capa 15 de material de drenaje, que consiste, por ejemplo de grava de gran tamaño; de esta manera se proporciona un tipo de canal de drenaje, adecuadamente inclinado hacia un colector periférico.
- 25 [0029] La capa 15 de material de drenaje puede ser distribuida(os) en las zanjas 14 en la superficie inferior 13 de la obra hidráulica, o depósito de agua 10 sólo, mientras que en el caso de una superficie inclinada 12, mirando hacia el agua en el depósito 10, se sugiere que la capa de drenaje 15 sea colocada sobre toda la superficie, como se muestra esquemáticamente en la Figura 5
- 30 [0030] En todos los casos, la capa 15 de material de drenaje en las zanjas 14 se distribuirá a fin de formar una cavidad longitudinal 16 suficientemente grande para contener una segunda capa 17 de material de filtrado, como se muestra en la Figura 6, en particular material suelto conformable, tal como tierra, arena fina o grava de pequeño tamaño, bordes redondeados y aristas vivas, que se convierte así en una capa de transición entre la capa de drenaje subyacente 15 y las geobandas protectoras posteriormente depositadas.
- 35 [0031] Una vez que la capa filtrante 17 se ha distribuido en las zanjas 14, utilizando un utillaje apropiado, tal como el cubo de una excavadora, se proporciona un canal longitudinal 18, como se muestra en la Figura 6.
- 40 [0032] Los espesores de la capa de drenaje 15, la capa filtrante 17, y por consiguiente la forma y tamaño del canal longitudinal 18, debe calcularse de manera que los canales 18 pueden acomodar geobandas lo suficientemente grandes como para causar un tensado deseado, así como para garantizar el bloqueo necesario para soportar las fuerzas externas como el viento, movimiento de las olas y el hielo.
- 45 [0033] Después de la preparación de las zanjas 14, o parte de ellas, y su llenado con la capa de drenaje 15 y la capa de filtrado 17 cuando sea necesario para crear una superficie de contacto terminada a entrar en contacto con las geobandas, y después de haberlas superpuesto posiblemente con una capa de un geotextil de protección, que no se muestra, de acuerdo con el ejemplo considerando la cubierta se construye extendiendo una serie de geobandas 20 transversal u ortogonalmente por las zanjas 14, como se muestra en la Figura 7, desenrollándolas de rollos; como una alternativa a depositar las geobandas transversalmente 20, como se muestra en la Figura 7 pre-soldadas de forma múltiple.
- 50 [0034] Las geobandas 20 se depositan inicialmente y desenrollan de forma plana adheriéndose al suelo o a una superficie de la obra hidráulica a proteger, un puente a través de las zanjas individuales 14, como se muestra en la Figura 8; al proporcionar un solapamiento adecuado 21 entre los bordes opuestos de geobandas adyacentes, es posible conseguir una conexión estanca entre ellas, por ejemplo mediante termosoldado, vulcanización o un adhesivo adecuado.
- 55
- 60

[0035] Después de haber extendido y (soldado) conectado de forma estanca una serie de geobandas 20, su anclaje y tensado debe proceder; esto se hace gradualmente en etapas sucesivas, como se muestra en las Figuras 9 a 14 de los dibujos adjuntos.

5 **[0036]** En particular, como se muestra en las figuras 9 y 10 y en detalle en la Figura 11, las geobandas 20 son primero secuencialmente empujadas dentro de las cavidades 18 de un primer conjunto de zanjas alternas 14A, por ejemplo las zanjas con números impares como se indica por los números de referencia 1 y 3 en la Figura 9, por un primer material de balastado apropiado 22.

10 **[0037]** Más precisamente, al lastrar las geobandas 20 en el primer conjunto de zanjas alternas 14A, las geobandas 20 permanecen adherentes a la tierra puenteando el segundo conjunto de zanjas de números pares 14B, adyacentes a e interpuestas entre el anterior conjunto de zanjas 14A, como se indica en las figuras 9, 10 y en detalle en la figura 12. Después de haber completado el primer paso de lastrado de las geobandas 20 en las cavidades de las zanjas impares 14A, las geobandas entonces se tensan y lastran en las cavidades de las zanjas de número par 14B, como se muestra y se indica mediante 22A en las Figuras 13 y 14.

15 **[0038]** Al balastar en la secuencia tal como se indica anteriormente, se lleva a cabo un tensado final de las 20 geobandas que las hace adherir perfectamente a las superficies 12 y 13 de la obra hidráulica a proteger. Obviamente, se debe tener cuidado de balastar las geobandas 20 con pesos apropiados para crear el alargamiento deseado y el tensado deseado por una deformación elástica que es, por ejemplo, entre 2% y 4% en el área de las geobandas 20 entre zanjas adyacentes 14A y 14B, como se muestra por las flechas W1 y W2 en las Figuras 13 y 14

20 **[0039]** Cualquier tipo de material de lastrado 22 y 22A se puede utilizar; por ejemplo, se puede seleccionar de entre los siguientes: grava, arena, tierra, hormigón, o una combinación de los mismos.

25 **[0040]** Opcionalmente, como se muestra por 23 en la Figura 14, en cada zanja 14 el material de balastado 22, 22A se puede cubrir con una geobanda auxiliar 23, que se extiende longitudinalmente sobre las zanjas individuales, termosellada a lo largo de los bordes a las geobandas 20.

30 **[0041]** Las geobandas 20 y 23 pueden ser de cualquier tipo, por ejemplo, pueden ser en forma de tiras simples de material geosintético, o un geocompuesto que consiste en una combinación de materiales geosintéticos y geotextiles.

35 **[0042]** En algunos casos, en la zona entre canales adyacentes, la capa de transición puede incluir un geotextil, un geocompuesto, una geored u otro material anti-perforación adecuado para la protección de las geobandas; del mismo modo la capa de drenaje puede consistir de cualquier material de geodrenaje tales como grava, geored, geomalla, geomanta o combinación de los mismos.

40 **[0043]** La Figura 15 da un resumen explicativo de los principales pasos desde S1 a S5 del procedimiento para extender y tensar las geobandas de acuerdo con esta invención, en particular:

S1 muestra la etapa de excavación de zanja 14;

S2 muestra la etapa de llenado de las zanjas con una capa de drenaje opcional 15;

45 S3 muestra la etapa de llenado de las zanjas 14 con una capa de filtración opcional 17, configurada con una cavidad longitudinal 18 adecuada para proporcionar una superficie regular, terminada, para entrar en contacto con las geobandas.

S4 muestra la colocación de las geobandas 20 de puente a través de las zanjas 14;

S5 muestra la etapa de empuje y bloqueo de las geobandas por un primer material de lastrado, en las cavidades de un primer conjunto de zanjas, tales como las zanjas impares 14A;

50 Finalmente, S6 muestra el paso final de tensado y anclaje de las geobandas, empujándolas y bloqueándolas dentro de las cavidades del restante segundo conjunto de zanjas, como las zanjas pares 14B por un segundo material de lastrado.

55 **[0044]** Se ha de entender, sin embargo, que lo que se ha dicho y mostrado en los dibujos adjuntos, se ha dado puramente a modo de un ejemplo de las características generales del método y el sistema según la presente invención; por lo tanto, otras modificaciones o variaciones pueden ser aplicadas a la forma, tamaño, disposición y distancia entre las trincheras 14, al tipo de material para las capas de drenaje y / o filtración y el material de lastrado, logrando los mismos efectos y los mismos resultados sin apartarse de las reivindicaciones..

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para la colocación y tensado de una cubierta impermeable que comprende una serie de geobandas (20) de material sintético (de cesion sintetica) deformable elásticamente, sobre una superficie (12, 13) de una obra hidráulica en material suelto, que comprende las etapas de:
- 10 excavar una pluralidad de zanjas separadas entre sí (14) que se extienden en una dirección sobre la superficie y dentro dell suelo (12, 13) de la obra hidráulica;
 formar las zanjas individuales (14) con una superficie acabada regularmente adecuada para entrar en contacto con las geobandas (20); y
 15 extender las geobandas (20), en una condición desplegada y de contacto con la superficie (12, 13) de la obra hidráulica, solapando bordes opuestos de geobandas adyacentes (20), y balastar las geobandas (20) en las zanjas (14) por material (22, 22A) de balastado;
caracterizado por excavar dicha pluralidad de zanjas que comprenden conjuntos primero y segundo (14a, 14b) de zanjas alternas (14);
 20 conectar herméticamente los bordes solapados de una pluralidad de geobandas (20) y, al tiempo que se extiende la pluralidad de geobandas (20), mantener una disposición de puente de las geobandas (20) en las zanjas (14);
 empujar las geobandas (20) para penetrar en las cavidades de un primer conjunto de zanjas (14a), bloqueándolas por un primer material de balastado; y
 posteriormente tensar las geobandas (20), empujándolas dentro de las cavidades de un segundo conjunto de zanjas (14B), bloqueándolas en una condición tensada por un segundo material de balastado (22A).
- 25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la la superficie conformada de las zanjas (14) en contacto con las geobandas (20), se compone de un material fino, inerte, con dimensiones iguales o inferiores a 0,5 mm.
3. El método según la reivindicación 1, que comprende las etapas adicionales de:
- 30 llenar parcialmente cada zanja (14) con una primera capa (15) de material de drenaje, y posteriormente llenar la zanja (14) con una segunda capa (17) de un material compactable, inerte filtrante; y
 configurar la segunda capa de filtrado (17) con un canal longitudinal (18), formándolo con una superficie acabada regular de contacto con las geobandas (20).
- 35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las geobandas (20) se extienden en una dirección transversal a las zanjas (14).
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se coloca una pluralidad de geobandas pre-soldadas (20) longitudinalmente a las zanjas (14).
- 40 6. El método según la reivindicación 3, en el que la capa de material de drenaje (15) comprende un geodrenaje.
7. El método según la reivindicación 6, en el que se elige la capa de material de drenaje (15) a partir de: grava, geomalla, georejilla (geomalla), geomanta o su combinación.
- 45 8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se elige la capa de material filtrante (17) a partir de: cal, arena, grava fina redondeada, geomalla, geotextil o su combinación.
- 50 9. Una obra hidráulica que tiene una superficie de suelo en material suelto con una cubierta impermeable extendida y tensada para la superficie del suelo, en la que la cubierta impermeable comprende una pluralidad de geobandas dispuestas paralelas (20) en material sintético deformable elásticamente, con bordes laterales solapados, y en la que las geobandas (20) están retenidas por un material de balastado (22, 22A) en una pluralidad de zanjas (14) que se extiende paralelamente sobre la superficie hidráulica del suelo (12,13);
- 55 la pluralidad de zanjas (14) son zanjas de anclaje (14), cada una provista de una cavidad conformada con una superficie acabada regular de contacto con las geobandas (20) **caracterizada porque** dicha pluralidad de zanjas (14) comprende un primer conjunto de zanjas alternas (14A), y un segundo conjunto de zanjas alternas (14B), en los que cada zanja (14A) del primer conjunto se extiende entre zanjas (14b) del segundo conjunto de zanjas;
 la pluralidad de geobandas (20) estando desplegadas en sentido transversal y / o longitudinal para puentear dicho primer y segundo conjunto de zanjas (14A, 14B); y las geobandas (20) están depositadas y tensadas de acuerdo con el método de la reivindicación 1;
 60 dichas geobandas (20) se mantienen en una condición tensada por un primero y un segundo material de balastado (22, 22A), en dicho primer y segundo conjunto de zanjas (14a, 14b).
- 65 10. El dispositivo según la reivindicación 9, en el que un material de drenaje comprende: grava, geomalla, georejilla, geomanta, solos o en combinación.

11. El dispositivo según la reivindicación 9, en el que una capa (17) de material filtrante comprende: arena, tierra, arcilla, cal, utilizados por separado o en combinación.

5 12. El dispositivo según la reivindicación 11, en el que la capa (17) de material filtrante comprende además un geotextil, una geomalla, un geocompuesto o su combinación.

13. El dispositivo según la reivindicación 9, en el que el material de (sellaje) balastado incluye: arena, grava, tierra, hormigón o su combinación.

10 14. El dispositivo según la reivindicación 9, en el que se elige el material sintético de las geobandas (20) a partir de los materiales enumerados en la siguiente tabla:

TIPO	MATERIAL BASE	ABREVIATURA
TERMOPLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> - Polietileno alta densidad - Polietileno baja y/o alta densidad - Polietileno - Polietileno clorado - Copolímero etileno vinil acetato - Polipropileno - Cloruro de polivinilo 	<ul style="list-style-type: none"> HDPE LLDPE PE CPE EVA/C PP PVC
CAUCHOS TERMOPLÁSTICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Polietileno cloro-sulfonato - Copolímero etileno-propileno 	<ul style="list-style-type: none"> CSPE E/P
TERMOESTABLE	<ul style="list-style-type: none"> - Poliisobutileno - Caucho cloropreno - Monómero dieno etileno-propileno - Caucho de butilo - Caucho nitrilo 	<ul style="list-style-type: none"> PIB CR EPDM IIR NBR
BITUMINOSO	<ul style="list-style-type: none"> - Betún oxidado - Betún polimérico 	<ul style="list-style-type: none"> GM prefabricado

15 15. El dispositivo según la reivindicación 13, en el que las geobandas (20) tienen un espesor entre 0,2 y 40 mm, y módulo de elasticidad entre 10 y 5000 MPa.

20 16. El dispositivo según la reivindicación 9, en el que el paso (P) entre las zanjas (14A, 14B) es de entre cuatro y diez veces la anchura máxima (L) de las zanjas.

17. El dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende una geobanda adicional (23) para cubrir el material de balastado (fijación) (22, 22A), sellada a las geobandas (20).

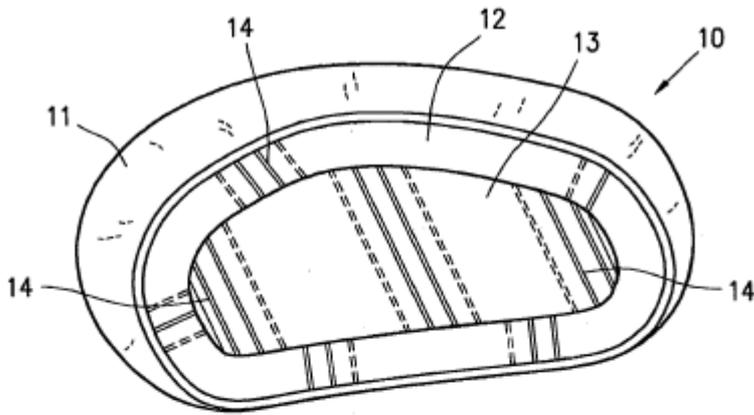


Fig. 1

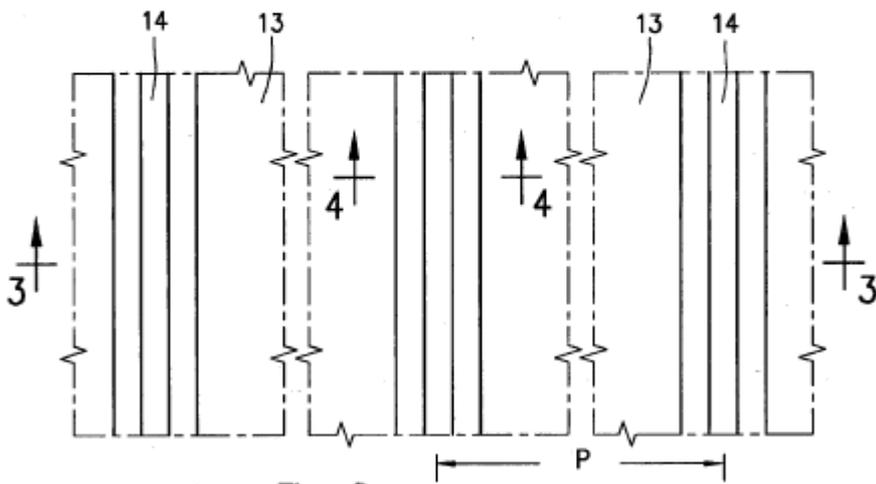


Fig. 2



Fig. 3

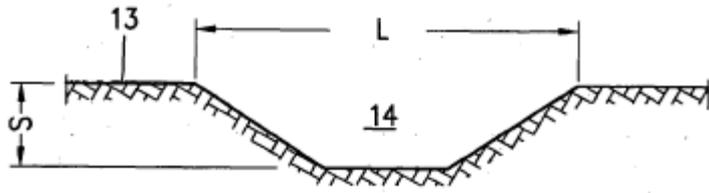


Fig. 4

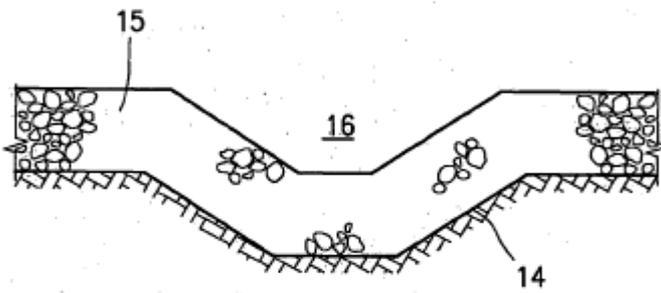


Fig. 5

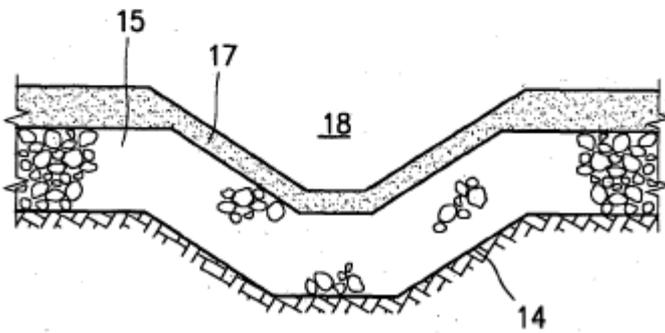
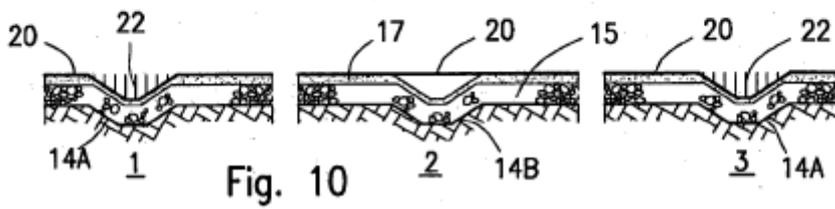
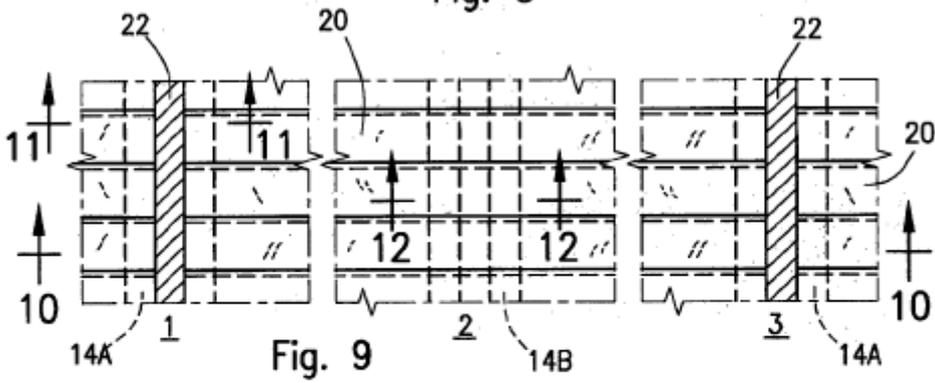
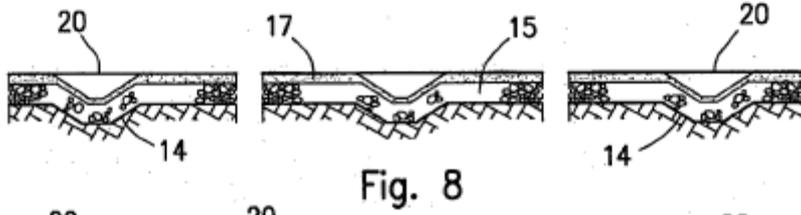
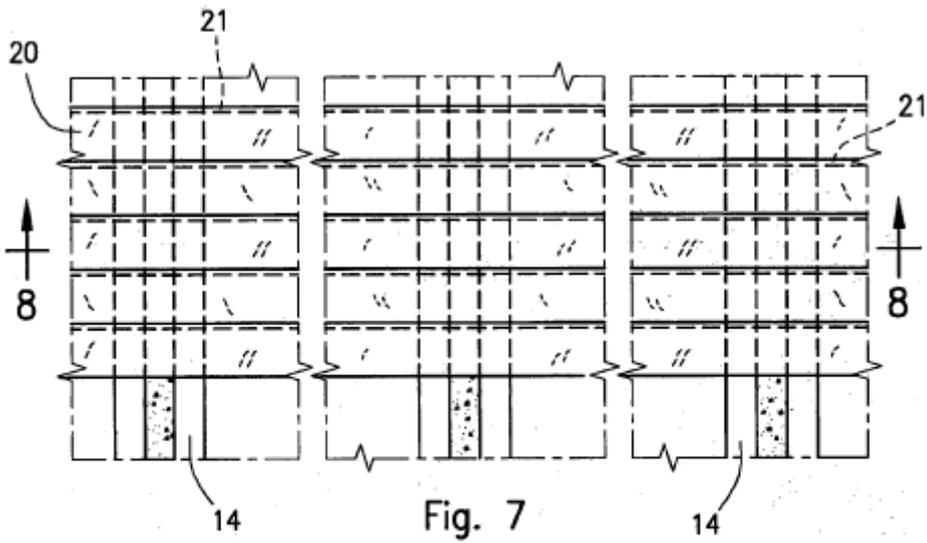


Fig. 6



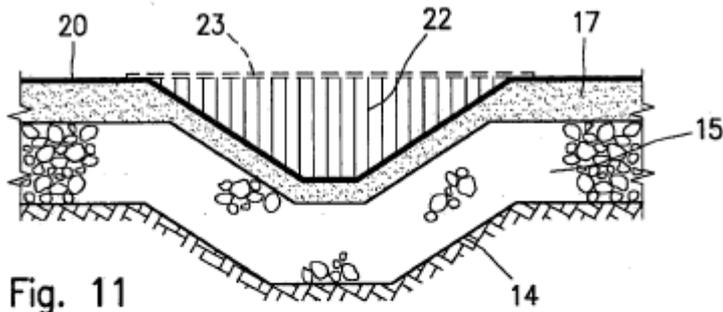


Fig. 11

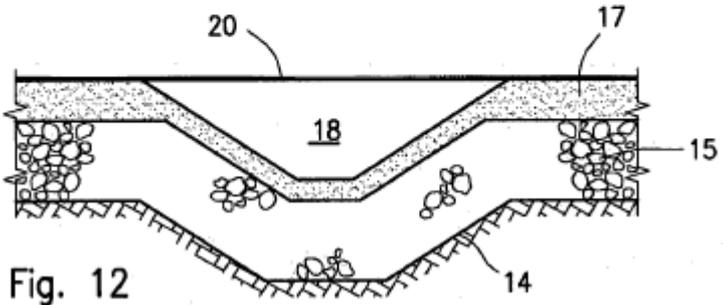


Fig. 12

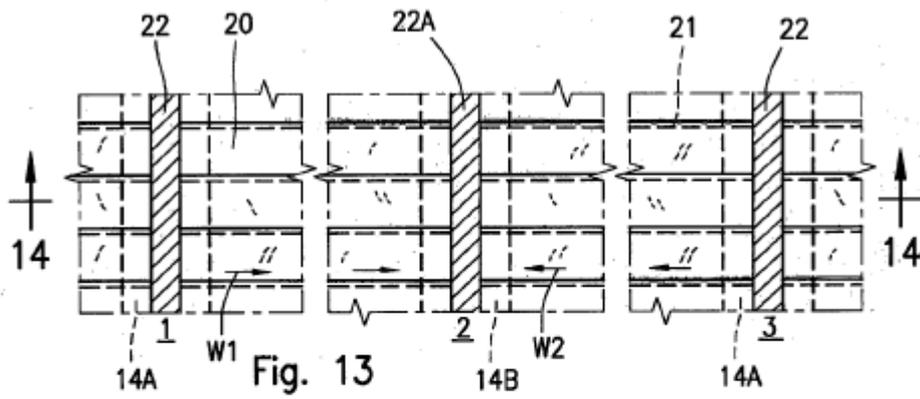


Fig. 13

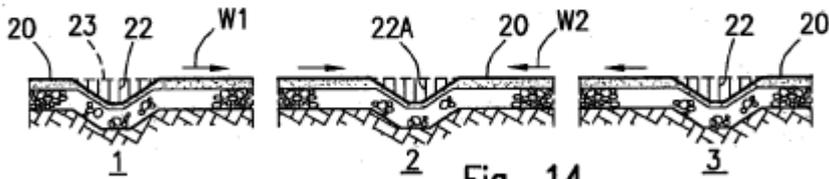


Fig. 14

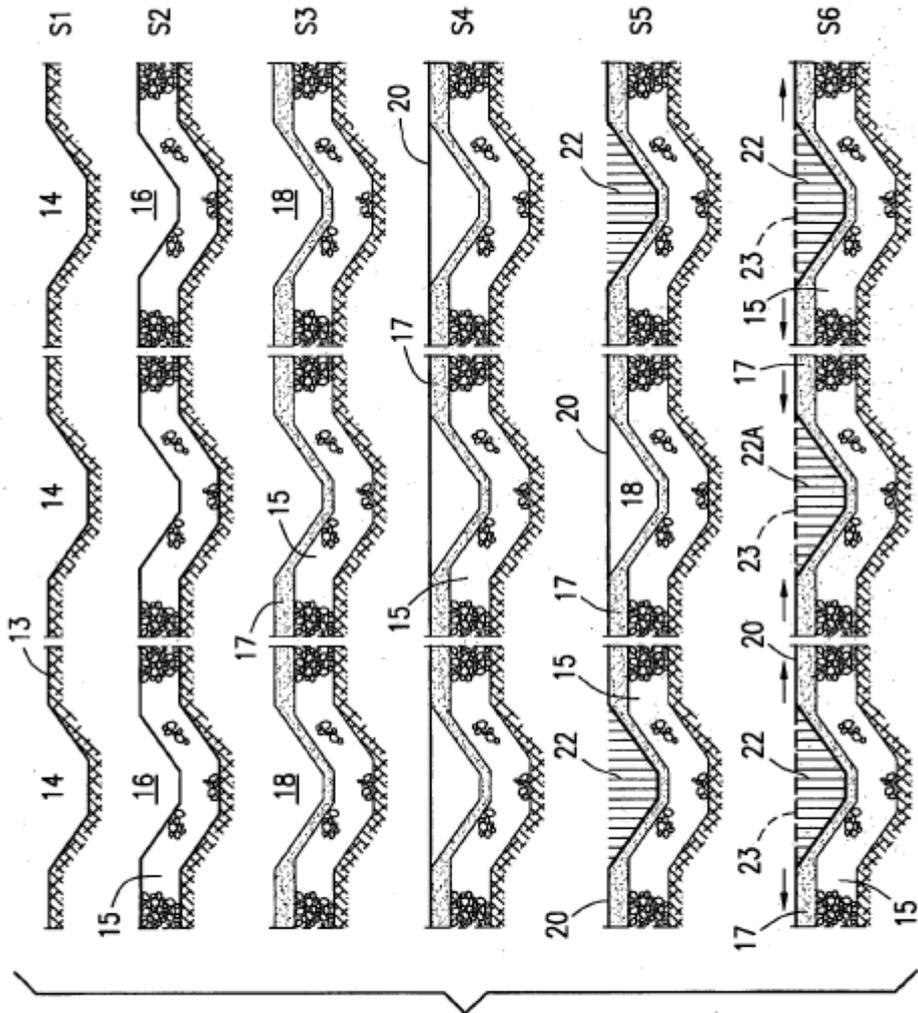


Fig. 15